

BIANCA GIULIANO AMBROGI

**VIABILIDADE DA TÉCNICA DE CONFUSÃO SEXUAL DE MACHOS  
PARA O CONTROLE DO BICHO-MINEIRO DO CAFÉ *Leucoptera coffeella*  
(Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2004

BIANCA GIULIANO AMBROGI

**VIABILIDADE DA TÉCNICA DE CONFUSÃO SEXUAL DE MACHOS  
PARA O CONTROLE DO BICHO-MINEIRO DO CAFÉ *Leucoptera coffeella*  
(Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 8 de março de 2004.

---

Prof. José Henrique Schoereder  
(Conselheiro)

---

Prof. Og Francisco Fonseca de Souza  
(Conselheiro)

---

Prof. José Maurício Simões Bento

---

Dra. Madelaine Venzon

---

Prof. Eraldo Rodrigues de Lima  
(Orientador)

"Todo obstáculo contém uma oportunidade para  
melhorarmos nossa condição".

Autor desconhecido

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus amados pais, Augusto e Iara, por sempre me incentivarem e acreditarem em mim.

À minha querida irmã Fabiana pelo apoio e carinho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal pela oportunidade de realização do curso de mestrado em Entomologia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Eraldo Rodrigues de Lima, pela orientação, amizade, motivação e confiança em mim depositada.

Aos professores José Henrique Schoereder e Og de Souza pelos ensinamentos, pelo constante incentivo e pelas valiosas sugestões.

Ao Leandro, por participar de todas as etapas desse trabalho, com críticas e sugestões essenciais, além da amizade, do incentivo e do carinho.

À Fazenda DATERRA (Patrocínio – MG), por permitir a instalação do experimento em suas plantações, além do apoio e da amizade de seus funcionários durante a nossa convivência.

Ao professor Antonio Santana Ferraz, por ter me ajudado muito na utilização do GPS e na plotagem dos pontos na área experimental.

Ao professor Evaldo F. Vilela que muito colaborou para o sucesso desse trabalho.

À Biocontrole por ter financiado parte do experimento.

Ao Ronaldo Reis, pela ajuda na realização das análises estatísticas.

Ao bolsista Rodrigo pelo auxílio de grande valor no trabalho de campo.

À secretária da Pós-graduação em Entomologia, Maria Paula, pela compreensão, ajuda e amizade.

Ao Senhor Manoel pela atenção e disponibilidade.

As inesquecíveis amigas de república Dani e Gabi pela amizade e pelas conversas descontraídas.

Aos colegas do Laboratório de Feromônios, Tito, Ailton e Ana Cristina que me deram dicas valiosas para a elaboração deste trabalho.

À minha grande amiga Maria Célia pela amizade e carinho.

Aos meninos da República dos Morangueiros Beto, Adenir, André, Ramon e Thyago pela amizade e pelos caldos.

Aos amigos Cláudia e Romero, pelo apoio e alegre convívio.

Aos colegas do curso Lindenbergh, Angela, Gabriela, Fabrícia, Ethel, Márcio, Ismael, Rodolfo, Carla, Fred, Marcelo, Cristiano e Danival pela amizade e pelos momentos de descontração durante todo o curso.

## **BIOGRAFIA**

BIANCA GIULIANO AMBROGI, filha de Augusto Ambrogi Neto e Iara Giuliano Ambrogi, nasceu em São Paulo, em 14 de abril de 1977.

Em 1992, ingressou na Escola Técnica Agrícola “Cônego José Bento” em Jacareí (SP), onde fez o curso de técnico em Agropecuária referente ao 2º grau. Em julho de 1996, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras. Concluiu a graduação em julho de 2001.

Em abril de 2002, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, na área de comportamento de insetos e semioquímicos, defendendo tese em março de 2004.

## INDÍCE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 Localização e Descrição da área.....	10
2.2 Procedimento experimental e tratamentos.....	11
2.3 Aplicação do feromônio sexual sintético.....	11
2.4 Avaliação da eficiência.....	13
2.5 Análises Estatísticas.....	15
3. RESULTADOS.....	17
4. DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÕES.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

## RESUMO

AMBROGI, Bianca Giuliano, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2004.

**Viabilidade da técnica de confusão sexual de machos para o controle do bicho-mineiro do café *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae).** Orientador: Eraldo Rodrigues de Lima. Conselheiros: José Henrique Schoereder e Og Francisco Fonseca de Souza.

A maioria dos Lepidoptera utiliza feromônio sexual para atração do parceiro para o acasalamento. A técnica da interrupção do acasalamento ou confusão sexual de machos é usada para interferir na comunicação entre os parceiros sexuais. Isto é obtido com a liberação de altas doses de feromônio sintético, para saturar o ambiente em que se deseja fazer o controle e, desta forma, diminuir a habilidade dos machos em localizar as fêmeas. O bicho-mineiro do café *Leucoptera coffeella* é considerado atualmente a principal praga desta cultura no Brasil. O controle químico tem sido o mais utilizado para impedir o ataque deste inseto, causando sérios problemas para o homem e para o meio ambiente. Para amenizar estes problemas, atualmente têm-se desenvolvido novas técnicas de manejo das pragas que atacam esta cultura. O presente trabalho testou, em campo, a viabilidade da técnica de confusão sexual de machos para a redução da população do bicho mineiro do café e com isso a diminuição do prejuízo que este inseto causa à lavoura. Foram instaladas três unidades experimentais de 20 ha. em uma lavoura de café. A eficiência desta técnica foi testada por meio da comparação de machos capturados em armadilhas iscadas com feromônio, entre a área tratada com o feromônio sexual para confundimento e



outras duas áreas não tratadas com feromônio. Outra forma de avaliar a eficiência foi por meio da intensidade de injúrias que o inseto causou as folhas. Avaliando os resultados obtidos, pode-se implicar que o emprego do feromônio sexual sintético de *L. coffeella* não foi efetivo para reduzir os acasalamentos da espécie-praga e para diminuir o dano causado as plantas. Nesse contexto o insucesso pode ser atribuído a uma combinação de vários fatores, merecendo destaque à composição química, dose do feromônio e a formulação empregada, o momento de aplicação na lavoura, densidade populacional e a estratégia de acasalamento da praga, além do tamanho da área tratada e dos fatores climáticos.

## ABSTRACT

AMBROGI, Bianca Giuliano, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2004.  
**Viability of mating disruption techniques for the control of the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae).**  
Advisor: Eraldo Rodrigues de Lima. Committee members: José Henrique Schoereder and Og Francisco Fonseca de Souza.

Most Lepidoptera use sex pheromones for the attraction of a mate. A technique for controlling lepidopteron pests, denominated mating disruption, aims at obstructing the communication between sexual partners. This is obtained with the release of synthetic pheromone in order to saturate the atmosphere, thereby decreasing the ability of mates to locate each other. The coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* is the main pest of the coffee in Brazil. Chemical control has been used frequently to control the attack of *L. coffeella*, but this causes serious problems to man and environment. To avoid such problems, new techniques are being developed currently to control the attack of this pest. The present work is a field test of the viability of mating disruption to reduce coffee leaf miner populations and consequently, decrease its damage to the crop. Three experimental units of 20 ha. were installed in a coffee plantation. The intensity of mating disruption was tested through the comparison of synthetic-baited pheromone traps in areas where the sex pheromone was applied and two untreated areas. Another form to measure intensity of mating disruption was through the level of damage that the insect caused to the leaves. The results showed that the employment of the synthetic sex pheromone of *L.*

*coffeella* did not reduce the mating of the insects and did not decrease the damage of plants. The failure of the mating disruption technique may be attributed to a combination of several factors, such as composition and/or dose of the pheromone and its formulation, the moment of application in the crop, the population density and the mating strategy of the pest, the size of the treated area as well as climatic factors.

## 1. INTRODUÇÃO

Os feromônios sexuais são substâncias químicas que mediam a comunicação entre os sexos de uma mesma espécie (Karlson & Luscher 1959). Essas substâncias são liberadas em pequenas quantidades e atraem o sexo oposto a curtas e longas distâncias. Na agricultura, os feromônios sexuais sintéticos são as substâncias modificadoras do comportamento utilizadas com maior frequência. Eles podem ser empregados tanto para monitorar a densidade populacional de insetos pragas (Wall 1990), como para controlá-los (Cardé & Minks 1995a).

Os mecanismos e modos de ação pelo qual o feromônio natural assegura o acasalamento têm sido investigados nos últimos 50 anos (Hansson 1999). A atividade fisiológica dos feromônios, especialmente em Lepidoptera, tem sido avaliada por vários pesquisadores (Kennedy 1974, Farkas *et al.* 1974, Renou 1991, Elkinton & Cardé 1992, Mankin & Hagstrum 1995) e de maneira geral pode ser descrita do seguinte modo: os feromônios sexuais, após serem secretados pelas fêmeas, atingem, por convecção, as antenas dos machos, as quais funcionam como um sistema de filtro, pois são compostas por numerosas sensilas. Essas sensilas contêm dendritos de células sensoriais e poros, por meio dos quais se difundem as moléculas de odor, que, por sua vez, chegam até aos vasos dos poros, de onde passam diretamente para o dendrito. Essa membrana biológica age simultaneamente como um condensador elétrico e resistor variável. Assim, chocando-se contra a

membrana dendrítica, as moléculas de feromônio, usando um mecanismo ainda desconhecido, abrem canais iônicos, em que alguns milhares de íons podem penetrar por curto período de tempo e modificar o potencial de ação da membrana. Esta mudança de potencial, chamado de potencial receptor lento, estende-se, eletricamente, por toda a superfície da membrana e é convertida em impulsos nervosos, os quais, sendo transmitidos ao sistema nervoso central, produzem uma atitude comportamental.

Os feromônios de lepidópteros, insetos que muito utilizam a comunicação olfativa, têm sido os mais estudados desde a primeira identificação devido à importância econômica que eles apresentam para a agricultura em geral. O “gossyplure” foi o primeiro feromônio sintético empregado em lavouras nos EUA, para o monitoramento da lagarta-rosada, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), em algodão (Flint *et al.* 1979). No Brasil, vários estudos têm sido feitos até o presente e alguns sistemas já têm sido adotados. Como por exemplo, para o monitoramento da mariposa oriental, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) (Nunes *et al.* 2003), do bicho-furão-dos-citros, *Ecdyolopha aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae) (Bento *et al.* 2001, Leal *et al.* 2001) e do bicho-mineiro do café, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) (Lima 2001) entre outros. Para controle, por meio de confusão sexual de machos o trabalho já realizado no Brasil foi com um inseto minador, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Michereff Filho *et al.* 2000), uma praga que ataca a cultura do tomate trazendo grandes prejuízos para a produção.

Os feromônios apresentam elevada eficiência em baixas dosagens, atingem praticamente só a espécie alvo, evitam o surgimento de pragas secundárias, contêm insetos de difícil manejo e são compatíveis com outros métodos de controle. Devido

a todos esses fatores, os feromônios se tornam uma nova e promissora ferramenta para o manejo de pragas, pois diminuem os custos de produção e a poluição agrícola.

Uma das aplicações do feromônio na agricultura é o monitoramento de pragas (Wall 1990, Suckling 2000). Ele é feito por meio do uso de armadilhas iscadas com feromônio, nas quais os machos são atraídos e capturados em superfícies adesivas. Dessa maneira, o monitoramento pode ser utilizado para detectar as primeiras infestações de um inseto em áreas onde ele não se encontrava anteriormente. Outro modo de uso do monitoramento é estabelecer uma taxa mínima de captura, como sinal para se calcular ou prever o momento de ocorrência do estágio susceptível ou danoso do ciclo de vida de um determinado inseto (Wall 1989). Este último método, por si só, pode representar uma diminuição significativa no uso de inseticidas.

Outra forma de utilização dos feromônios, agora como um método de controle, é a coleta massal, onde se utiliza uma densidade de armadilhas maior que aquela utilizada em programas de monitoramento. Nesse caso, captura-se seletivamente o maior número possível de indivíduos do inseto-praga alvo visando manter sua população abaixo do nível de dano econômico (Bento 2001).

Existe ainda uma segunda técnica de controle denominada interrupção do acasalamento ou confusão sexual de machos, utilizada para interferir ou bloquear a transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Este bloqueio tem sido obtido com a liberação de feromônio sintético em altas doses, para saturar o ambiente em que se deseja fazer o controle e assim diminuir ou impedir a habilidade dos insetos de localizar seus parceiros, reduzindo o acasalamento, minimizando a postura e, conseqüentemente atenuando a nova geração (Agosta 1990, Cardé & Minks 1995b).

O modo que o feromônio sintético, quando usado em altas doses, interfere na comunicação entre os insetos ainda é pouco conhecido. Os possíveis mecanismos

que atuam na interrupção da comunicação sexual têm sido estudados (Bartell 1982, Cardé 1990, Minks & Cardé 1988, Cardé & Minks 1995a). Estes mecanismos podem agir separadamente ou em conjunto, simultaneamente ou seqüencialmente, exercendo mais efeito em certas situações e menos em outras e podem ser classificados em: (1) Diminuição da resposta, devido à adaptação dos receptores nos órgãos periféricos (antenas) para percepção do estímulo, ou por meio da "habituação" que ocorre ao nível do sistema nervoso central (SNC), quando o estímulo é percebido na antena, mas não é processado pelo SNC. Esse mecanismo pode promover uma drástica redução na sensibilidade ao feromônio e conseqüentemente incremento da concentração de feromônio necessária para que o animal responda. Esse mecanismo também pode abolir completamente qualquer resposta; (2) Competição entre as fontes de feromônio sintéticas e naturais. Esse mecanismo assume que os machos seguem trilhas falsas de feromônio sintético até encontrar a fonte artificial de feromônio, o que diminui o tempo disponível que os machos têm para localizar e seguir as trilhas naturais de feromônio emitidas pelas fêmeas; (3) Camuflagem das trilhas naturais de feromônio. Esta camuflagem ocorre a uma distância da fonte de feromônio, onde a concentração é tão alta que mascara a trilha natural. (4) Desequilíbrio sensorial. Feromônios normalmente são constituídos de vários componentes químicos. Várias espécies de mariposas respondem otimamente para a mistura de componentes emitida pelas fêmeas. Quando se aplica feromônio sintético contendo somente parte dos componentes, esse desequilíbrio pode provocar a diminuição da resposta somente para os componentes na mistura sintética. Isso faz com que os machos quando interceptam trilhas naturais emitidas pelas fêmeas, eles percebam somente os componentes que não foram aplicados sinteticamente, o que

resulta na errônea interpretação pelo SNC, de que o feromônio da trilha interceptada não é completo, portanto a cadeia completa de respostas não é desencadeada.

Dependendo da formulação empregada e do tipo de mistura do feromônio sintético, alguns diferentes mecanismos podem operar isolados ou em conjunto em condições de campo.

Normalmente as formulações utilizadas no campo podem ser atribuídas a uma das três categorias: microdispersores, “fêmea-equivalente” e reservatórios. Com uma formulação do tipo microdispersores, assim como microcápsulas e gotas, as partículas individuais liberam pequenas quantidades de feromônio. Já as formulações do tipo “fêmea-equivalente” liberam quantidades próximas às das fêmeas emitindo feromônio. Formulações tipo reservatório liberam feromônio na razão de muitas microgramas por hora, 100-1000 vezes a quantidade liberada por uma fêmea. (Cardé & Minks 1995a).

A eficiência da técnica de confusão sexual de machos pode ser avaliada por meio do monitoramento do número de machos capturados em armadilhas de feromônio, comparando-se as capturas nas áreas tratadas e não tratadas com feromônio. Espera-se que nas áreas tratadas com feromônio a captura de machos em armadilhas iscadas com feromônio sexual seja expressivamente reduzida em relação às armadilhas posicionadas nas áreas não tratadas. As armadilhas equivalem a fêmeas, os machos não conseguem chegar nas armadilhas da mesma maneira que não conseguem chegar nas fêmeas.

O controle direto de insetos-praga por confusão sexual de machos tem apresentado resultados satisfatórios em alguns casos. O exemplo de maior sucesso até hoje é o controle de *P. gossypiella*, uma das mais importantes pragas do algodão (Cardé & Minks 1995a). Essa técnica é o maior componente do manejo de pragas em



pomares da Austrália para controle de *G. molesta* (Il'ichev *et al.* 2004), uma das mais importantes pragas de pomares comerciais de pêsegos e nectarinas. Outro exemplo de sucesso é o controle de *Sesamia nonagrioides*, praga da cultura do milho (Albajes *et al.* 2002).

Existem também casos onde a técnica de confusão sexual de machos não teve o êxito esperado, como por exemplo, para *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) em vinhedos da Sardenha (Nannini & Delrio 1993). Nesse caso, essa técnica não exerceu controle suficiente sobre esta praga, apesar do número de indivíduos terem sido reduzidos nas armadilhas de captura com feromônio nas áreas tratadas. O fato da redução do número de indivíduos nas armadilhas não corresponder à redução da infestação também já havia sido verificado para *L. botrana* por Charmillot (1992, *apud* Nannini & Delrio 1993). Outro exemplo de confundimento onde também ocorreu diminuição na captura de machos nas armadilhas, mas não houve controle é o caso de *T. absoluta* na cultura do tomate (Michereff Filho *et al.* 2000).

A falha na interrupção de acasalamento pode ser devido a vários fatores: (i) grande número de gerações por ano; (ii) alta densidade populacional que aumenta a possibilidade de acasalamento; (iii) disseminação baixa ou irregular do feromônio, a qual pode não ter sido forte o suficiente para competir com as plumas das fêmeas ou para criar uma nuvem de feromônio maior que a do feromônio natural; (iv) alta temperatura e fortes ventos interferindo nas concentrações do feromônio e; (v) imigração de fêmeas acasaladas de fora da área tratada. (Sanders 1989). Devido a todos esses fatores, de acordo com Sanders (1989), as situações mais favoráveis para o uso desta técnica no manejo de pragas são: espécies que podem ser tratadas em baixas densidades populacionais; as que possuem um ciclo de vida protegido dos

tratamentos de inseticidas convencionais e aquelas onde as áreas tratadas por confusão sexual de machos não possam ser reinfestadas pela postura de fêmeas imigrantes.

O bicho-mineiro do café é considerado atualmente a principal praga desta cultura no Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, Paraná e São Paulo, devido à sua ocorrência generalizada nos cafezais e aos prejuízos econômicos causados (Reis & Souza 1996).

Este inseto-praga é um microlepidóptero, com aproximadamente 6,5mm de envergadura, coloração geral prateada, apresentando em cada ponta das asas anteriores uma mancha circular preta e de halo amarelado, com hábito crepuscular-noturno. Só a fase de lagarta é prejudicial ao cafeeiro. As lagartas penetram diretamente na folha após a eclosão, sem entrar em contato com o meio exterior e alojam-se entre as duas epidermes, alimentando-se somente do tecido paliçádico, com conseqüente formação da mina. Seu ciclo de vida varia de 19 a 87 dias de acordo com as condições climáticas, principalmente temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. (Souza *et al.* 1998). Apresenta de 8 a 12 gerações anuais em condições de campo (Gallo *et al.* 2002). O prejuízo provocado por este inseto é uma redução da capacidade fotossintética pela destruição das folhas e principalmente pela queda destas folhas, causando prejuízos na produção de frutos e diminuindo a longevidade da planta.

O feromônio sexual do bicho-mineiro do café foi identificado como 5,9-dimetilpentadecano (Francke *et al.* 1988) e desenvolvido por Lima (2001). Segundo Lima (2001), para o monitoramento deste inseto, recomenda-se o uso da mistura racêmica deste feromônio, na dose de 500 µg, em armadilhas do tipo Delta®, posicionadas com o piso a aproximadamente a 5 cm do solo.

O bicho-mineiro do café freqüentemente alcança os níveis de dano em várias regiões do país, dependendo da época do ano, da variedade de café e dos tratamentos culturais e fitotécnicos utilizados nesta cultura. O controle químico, através de inseticidas, tem sido a forma de controle mais utilizada para impedir o ataque desta praga. Devido a isto, as aplicações de agrotóxicos contra esta praga vêm aumentando, causando poluição ao meio ambiente, onerando o custo de produção, diminuindo os inimigos naturais e causando o surgimento de populações resistentes (Fragoso *et al.* 2002, 2003, Guedes & Oliveira 2002). A melhoria da qualidade do processo produtivo, com conseqüente diminuição dos custos de produção e da poluição agrícola exige, atualmente, o desenvolvimento de novas técnicas de manejo das pragas que atacam esta cultura.

Devido à necessidade de emprego de novas técnicas menos agressivas ao meio ambiente e ao homem, a utilização de feromônio sexual sintético para confusão sexual de machos de *L. coffeella* apresenta potencial para ser desenvolvido e adicionado ao manejo integrado desta praga. O bicho-mineiro do café é um inseto promissor para ser controlado por este método, pois as larvas apresentam hábito endofítico, ou seja, alimenta-se do interior das folhas, o que torna difícil o controle convencional, como já verificado por Jutsum & Gordon (1989). Além disso, esta espécie pode ser tratada quando sua população está baixa, pois normalmente sua população diminui na época das chuvas e sua gama de hospedeiros é bastante estreita.

Esse trabalho teve com objetivo testar a viabilidade da técnica de confusão sexual de machos em campo para a redução da população do bicho-mineiro do café e com isso a diminuição do prejuízo que este inseto causa a lavoura.

A primeira hipótese desse trabalho é que um ambiente contendo feromônio sexual do bicho mineiro do café bloqueia a transmissão de sinais entre os parceiros sexuais, impedindo desta maneira, o acasalamento.

A segunda hipótese é que a interrupção do acasalamento promove uma diminuição na intensidade de ataque do inseto.

Se após a aplicação do feromônio para controle, a intensidade de ataque do inseto à lavoura não diminuir, uma das hipóteses para explicar este fato ( $H_3$ ) é a imigração de fêmeas acasaladas de áreas adjacentes para dentro da área tratada. A hipótese nula ( $H_0$ ) neste caso, é que não ocorre imigração de fêmeas acasaladas. Se a hipótese nula for verdadeira a intensidade de ataque será a mesma em toda a área saturada com feromônio. Já se a  $H_3$  for verdadeira, haverá um aumento no número de folhas minadas da periferia para o centro da área tratada (Figura 1).

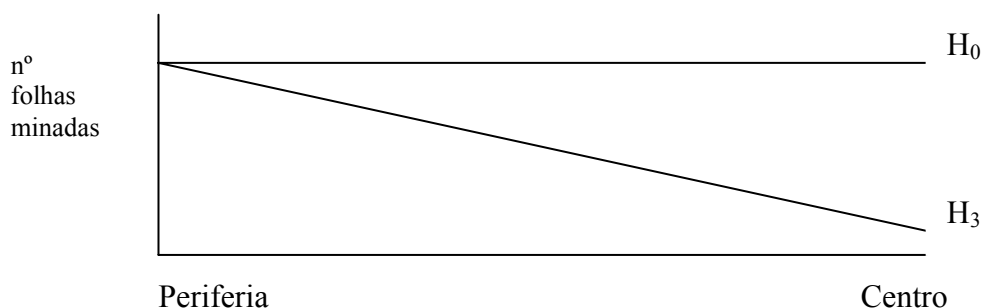


Figura 1 - Número de folhas minadas pelo bicho mineiro do café *Leucoptera coffeella* da periferia para o centro da área tratada com feromônio sexual sintético. A diminuição de  $H_3$  acusa a imigração de fêmeas acasaladas (ver texto).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Localização e Descrição da área**

Este trabalho foi conduzido em um plantio comercial de café na fazenda DATERRA, localizada no município de Patrocínio-MG. A região do Triângulo Mineiro onde está localizada a fazenda DATERRA está determinada pelas coordenadas de latitude 18° 17' 00" S, longitude 46° 59' 36" N e altitude de 870 m. Apresenta temperatura média anual de 21°C e precipitação média anual de 1500 mm concentrada nos meses de novembro a março.

A variedade presente na área do experimento é Mundo Novo no espaçamento de 4,0 x 1,2 m, sendo 2 plantas por cova com idade de 29 anos, plantadas em fevereiro de 1975. A área de cultivo separada para a instalação do experimento foi de 60 ha.

Na primeira visita a fazenda foram coletadas as coordenadas dos pontos que limitavam a área reservada para o experimento com o auxílio de um GPS. Essas coordenadas foram coletadas para posterior determinação do posicionamento das armadilhas de avaliação da eficiência dos tratamentos.

## 2.2. Procedimento experimental e tratamentos

O experimento constou de três sistemas de manejo. As unidades experimentais apresentaram uma área de 20 ha cada. Os tratamentos estudados foram:

- A. Confundimento – saturação da área com feromônio sexual sintético.
- B. Inseticida – aplicações de inseticidas em toda a parcela.
- C. Branco – sem aplicação de inseticidas nem de feromônio sintético.

As três unidades experimentais foram monitoradas uma semana antes da liberação do feromônio para confundimento. A finalidade desse monitoramento foi verificar a densidade populacional do inseto-praga e a quantidade de folhas minadas presentes. Essas verificações foram feitas da mesma maneira que para avaliação da eficiência da técnica após a aplicação do feromônio.

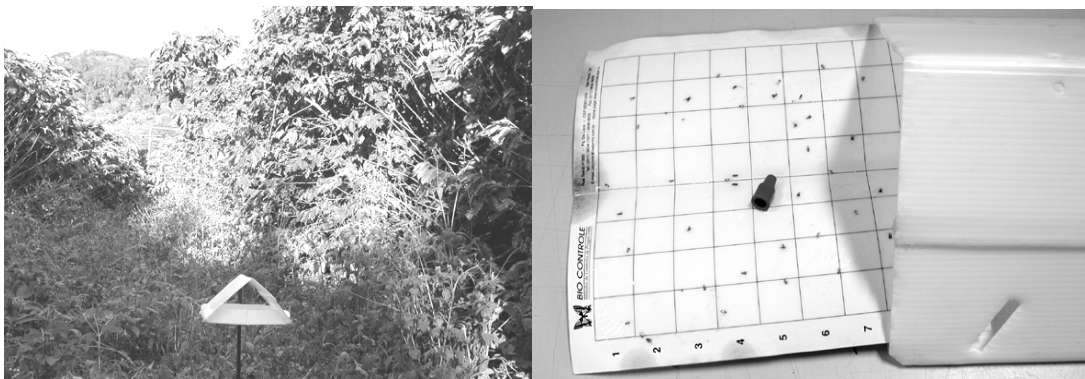
## 2.3 Aplicação do feromônio sexual sintético

A aplicação do feromônio em altas doses teve início em setembro de 2003. Como agente de confusão sexual de machos foi utilizado a mistura racêmica de 5,9-dimetilpentadecano, na dosagem de 1 g/liberador, que foi fornecida pela ChemTica Internacional, Costa Rica.

Para liberação do feromônio no campo foram utilizados 20 liberadores/ha, sendo 400 liberadores na área total, que foram pendurados nos galhos do terço inferior do cafeeiro (Figura 2). A distribuição foi de um liberador para cada 100 covas, espaçados de aproximadamente 12 m cada.



Figura 2 - Liberador de feromônio sexual sintético de *Leucoptera coffeella* para confusão sexual de machos pendurado no galho do cafeeiro no terço inferior da planta. (Fotografia: Leandro Souto).



(A)

(B)

Figura 3 - (A) - Armadilha do tipo Delta® utilizada para monitoramento dos machos do bicho-mineiro do café *Leucoptera coffeella* posicionada no campo a 5 cm do nível do solo. (B) - Placa de cola e o liberador de feromônio (septo de borracha) colocados dentro da armadilha tipo Delta®. (Fotografia: Eraldo Lima).

## 2.4 Avaliação da eficiência

O confundimento dos machos de *L. coffeella* foi avaliado com base na captura de machos em armadilhas com feromônio sexual sintético e nas injúrias que o inseto causou as folhas e posterior comparação entre as três unidades experimentais, como descritos a seguir:

2.4.1 Armadilhas – A averiguação da eficiência da confusão sexual de machos foi feita por meio da contagem semanal do número de machos capturados em armadilhas tipo Delta® durante sete semanas nas unidades experimentais. As armadilhas foram dispostas em dois quadrados concêntricos. O quadrado da periferia foi formado por 12 armadilhas (4 x 4), separadas por uma distância de 90 metros e o quadrado interno foi formado por 8 armadilhas (3 x 3), separadas por 67 metros (Figura 4). Esta disposição das armadilhas objetivou tornar a captura mais homogênea, evitando agregação de pontos de coleta dentro das parcelas. Os quadrados foram previamente determinados dentro da planta da área experimental, e após a determinação das coordenadas de cada ponto, as mesmas foram inseridas em um GPS e localizadas no campo através do mesmo. Cada armadilha tipo Delta® foi providenciada com um liberador de feromônio sexual na dosagem de 500 µg e uma placa de cola e foram posicionadas a 5 cm do solo com o auxílio de uma vareta de ferro (Figura 3). Após a contagem dos machos na placa de cola, estes eram retirados com auxílio de uma pinça. Os liberadores foram trocados a cada 3 semanas conforme já observado por Lima (2001) e as placas de cola de acordo com a necessidade.



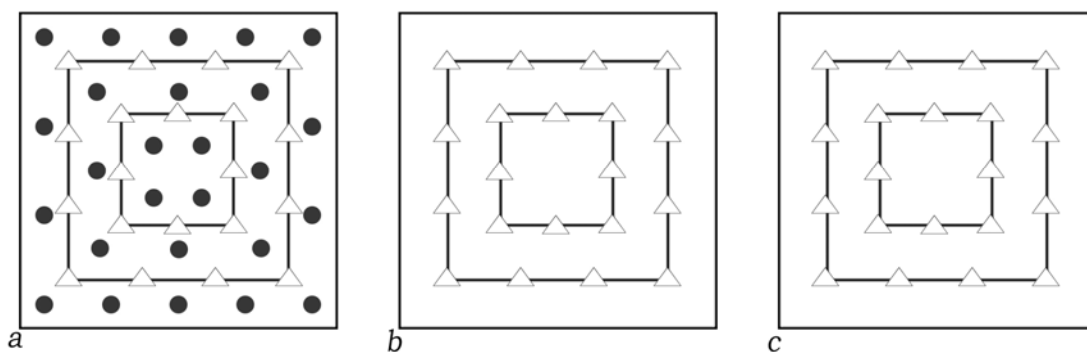


Figura 4 - Área experimental dividida em três unidades experimentais com seus respectivos tratamentos e disposição das armadilhas Delta®. Os triângulos representam as armadilhas Delta® e os pontos pretos é uma representação esquemática dos liberadores de feromônio e não indica a quantidade real utilizada. a- confundimento, b – inseticida e c – branco. Fazenda DATERRA Patrocínio – MG.

2.4.2 Determinação da intensidade de ataque às folhas – Para verificar se o tratamento com feromônio diminuiu a quantidade de folhas minadas pelo bicho-mineiro do café, cada unidade experimental foi dividida em nove circunferências concêntricas distando 25 m entre cada uma, sendo que cada circunferência teve quatro pontos de coleta, um em cada ponto cardinal (Figura 5). Esta forma de verificar a intensidade de ataque às folhas pelo bicho-mineiro do café por meio de circunferências da periferia da área tratada até o centro, permitiu testar se durante o experimento ocorreu imigração de fêmeas acasaladas. Assim cada unidade experimental teve 36 pontos amostrados. Em cada um desses pontos foram coletadas folhas minadas durante 1 minuto e contadas posteriormente. Esta coleta foi feita semanalmente, simultaneamente com a avaliação do número de machos nas armadilhas.

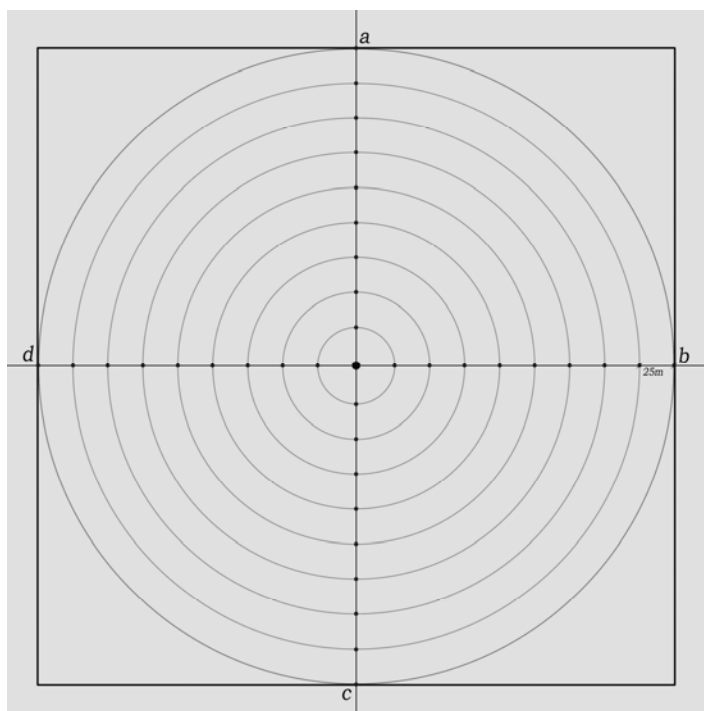


Figura 5 - Representação esquemática da divisão em circunferências, feita em cada unidade experimental para verificação da intensidade de ataque pelo bicho-mineiro do café *Leucoptera coffeella*.

Durante a condução dos experimentos foram monitoradas a temperatura média e a precipitação pluviométrica. Esses dados são importantes serem registrados, pois determinam a intensidade de ataque do inseto-praga.

## 2.5 Análises Estatísticas

Todas as análises foram feitas utilizando o programa R 1.7.1 (Ihaka & Gentleman 1996), sendo sempre seguidas de análise de resíduos, para verificar a adequação do modelo e da distribuição empregados (Crawley 2002).

Para comparar o número de machos nas três unidades experimentais foi feita uma análise de variância (ANOVA), por meio de um modelo linear generalizado, com distribuição de erros Poisson, somente com os dados de captura nas armadilhas da semana que antecedeu a aplicação do feromônio. Essa análise teve por objetivo

averiguar se, no momento da liberação do feromônio, todas as áreas apresentavam o mesmo nível de infestação.

Também foi feita uma análise de variância (ANOVA), por meio de um modelo linear generalizado, agora com distribuição de erros normal, com os dados do número de folhas minadas na semana anterior a aplicação do feromônio. Essa análise teve como objetivo averiguar a intensidade de ataque do inseto nas três unidades experimentais antes da aplicação do feromônio.

O efeito dos tratamentos (variável explicativa) sobre o número de machos capturados nas armadilhas (variável resposta), foi testado por meio de ANOVA, utilizando modelo linear misto, para retirar o efeito de pseudo-repetição.

Para avaliar a intensidade de ataque do inseto à lavoura, a média do número de folhas minadas em cada ponto cardeal (variável resposta), foi testada entre os tratamentos, com análise de variância (ANOVA), através de modelo linear misto.

Nessas análises de variância feitas por meio de modelo linear misto, o período de experimento (dias) foi incluído nos modelos estatísticos como uma variável de série temporal e as unidades amostrais (armadilhas) como variáveis aninhadas dentro do bloco tratamento (Crawley 2002).

### 3. RESULTADOS

Foi verificado que durante a semana que antecedeu a aplicação do feromônio para confusão sexual de machos, não houve diferença na captura de machos nas armadilhas entre os três tratamentos ( $F_{2, 57} = 0,0835$ ;  $p = 0,92$ ). O que permite dizer que a quantidade de machos dentro das três parcelas era a mesma antes da liberação do feromônio (Figura 6).

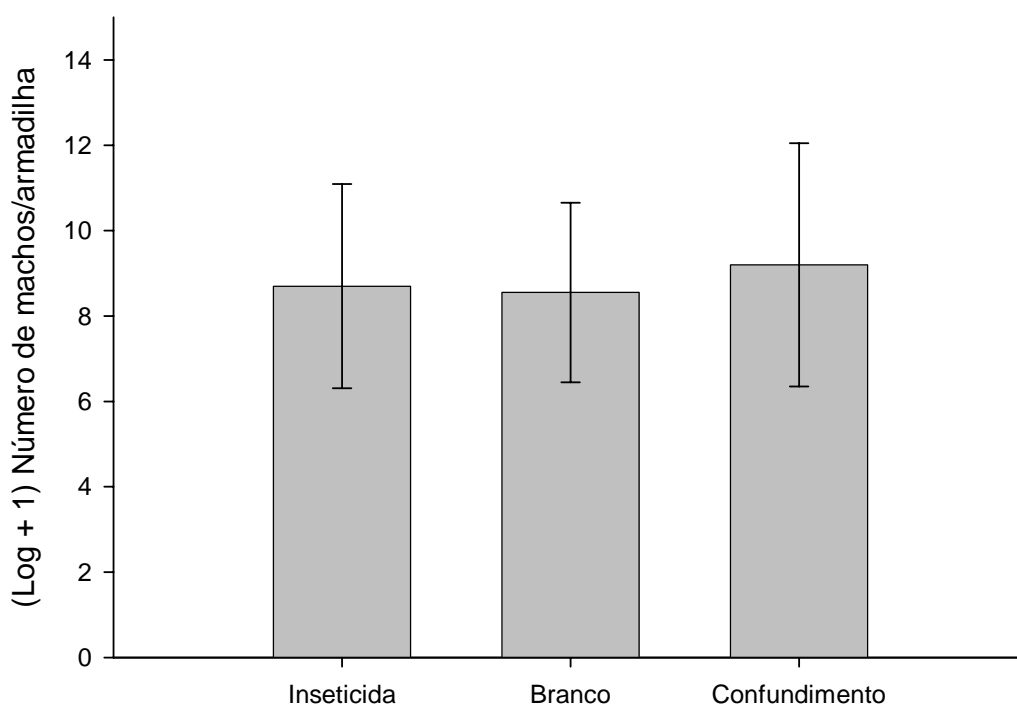


Figura 6 – Influência dos tratamentos no número médio de machos de *Leucoptera coffeella* capturados por armadilha durante a semana que antecedeu a aplicação do feromônio sintético para confusão sexual dos machos.  $n = 20$ . Barra = Intervalo de 95% de confiança. ( $F_{2, 57} = 0,0835$ ;  $p = 0,92$ ).

A quantidade de folhas minadas na semana que antecedeu a aplicação do feromônio foi diferente entre as três unidades experimentais ( $F_{2, 24} = 156,21$ ;  $p < 0,0001$ ) (Figura 7).

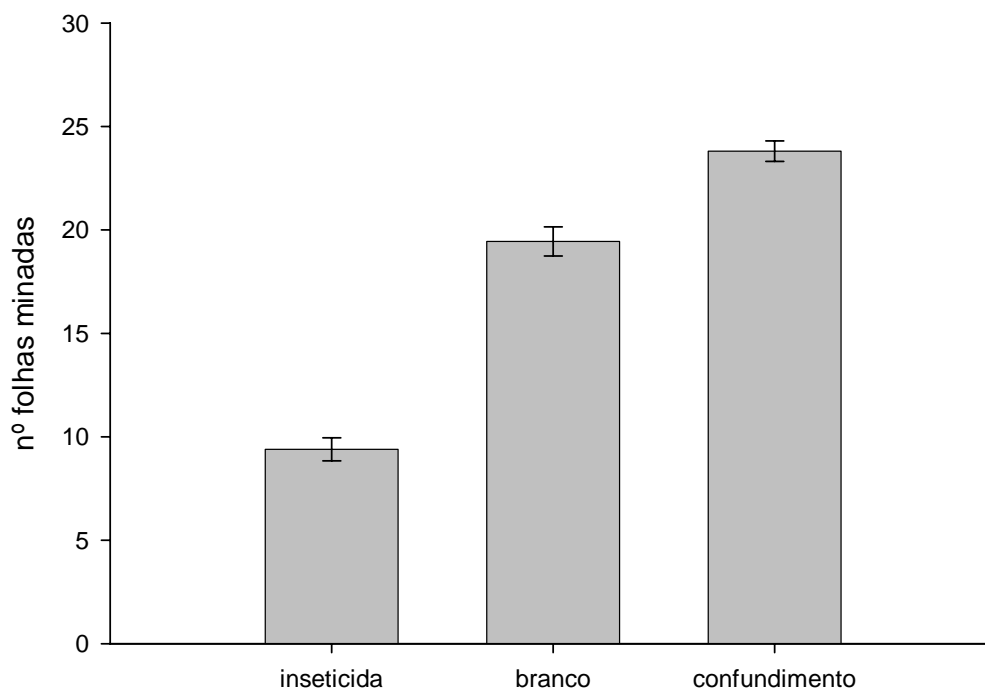


Figura 7 - Influência dos tratamentos no número médio de folhas minadas por *Leucoptera coffeella* durante a semana que antecedeu a aplicação do feromônio sintético para confusão sexual dos machos.  $n = 36$ . Barra = Erro padrão. ( $F_{2, 24} = 156,21$ ;  $p < 0,0001$ ).

A captura de machos nas armadilhas foi diferente nos três tratamentos (Tabela 1) durante o decorrer do experimento. A captura nas armadilhas na parcela tratada com feromônio foi maior quando comparada com as parcelas sem tratamento e a que foi tratada com inseticidas (Figura 8). Houve diferença na captura de machos em relação ao tempo (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela de análise de variância para o efeito da aplicação do feromônio no número de machos capturados

Efeito	GL do efeito	GL do resíduo	Valor F	Valor P
Intercepto	1	357	3933,20	< 0,0001
Tratamentos	2	57	116,03	< 0,0001
* Confundimento				< 0,0001
* Inseticida				< 0,0001
* Branco				< 0,0001
Semanas	1	357	13,28	0,0003
Trat: Semanas	2	357	1,36	0,2581

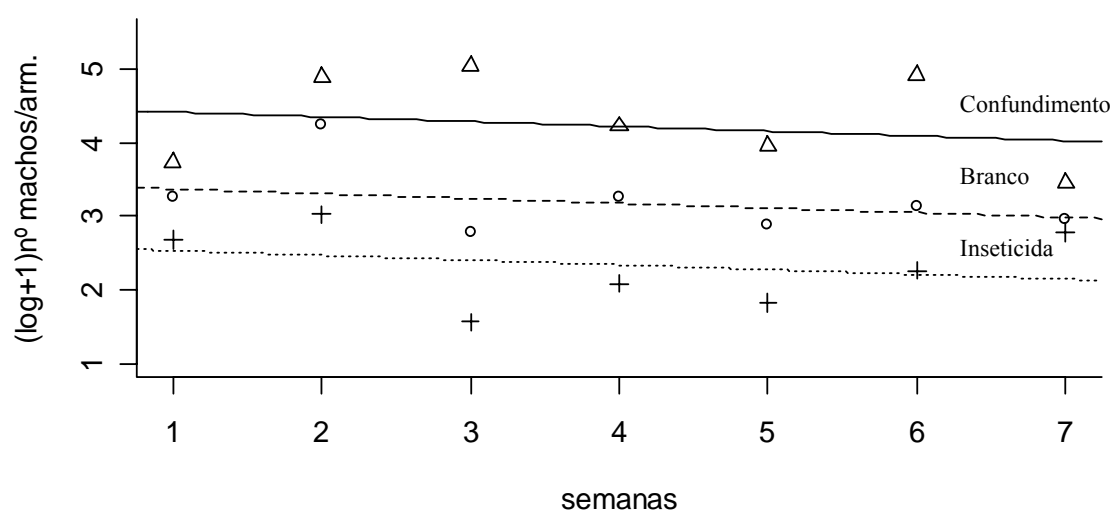


Figura 8 - Efeito dos tratamentos no número de machos de *Leucoptera coffeella* capturados por armadilha após a aplicação do feromônio, durante 7 semanas. n = 20. Os pontos representam os valores médio de captura. Δ = Confundimento, ○ = Branco, + = Inseticida. ( $F_{2,57} = 116,03$ ;  $p < 0,0001$ ).

O número de folhas minadas foi diferente entre os tratamentos (Tabela 2) (Figura 9). Em relação ao tempo, não houve diferença no número de folhas minadas encontradas (Tabela 2). A quantidade de folhas minadas coletadas não apresentou diferença significativa entre o centro e a periferia (distâncias) das unidades experimentais (Tabela 2).

Tabela 2 - Tabela de análise de variância para o efeito da aplicação do feromônio no número de folhas minadas.

Efeito	GL do efeito	GL do resíduo	Valor F	Valor P
Intercepto	1	156	5407,42	< 0,0001
Tratamentos	2	14	323,90	< 0,0001
* Confundimento				< 0,0001
* Inseticida				< 0,0001
* Branco				0,7549
Semanas	1	156	0,087	0,7679
Distância	1	7	0,057	0,8180
Trat:Sem	2	156	2,74	0,0676
Trat:Dist	2	14	1,08	0,3657
Obs:Dist	1	156	0,12	0,7317
Trat:Sem:Dist	2	156	0,20	0,8158

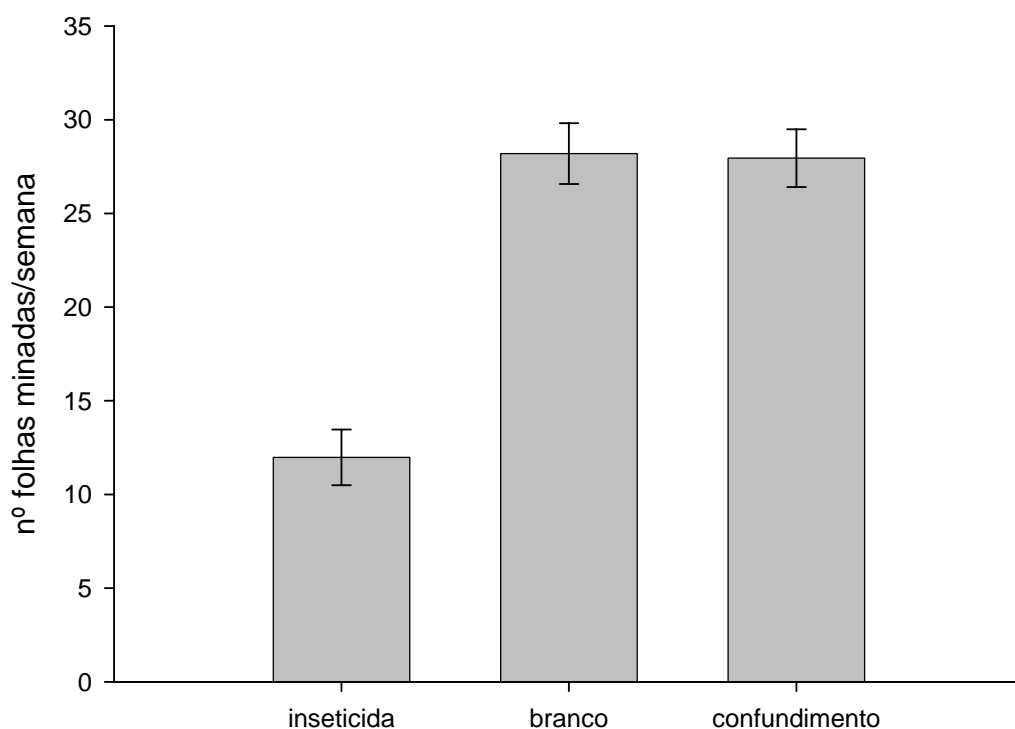


Figura 9 - Efeito dos tratamentos no número médio de folhas minadas por *Leucoptera coffeella* coletadas por ponto, em plantas localizadas na borda até a periferia, após a aplicação do feromônio, durante 7 semanas. n = 36. Barra = Erro Padrão. ( $F_{2,14} = 323,90$ ;  $p < 0,0001$ ).

Não houve variação no número de folhas minadas coletadas nas plantas localizadas no interior e na periferia da unidade experimental (distâncias) na parcela tratada com feromônio (Tabela 2). O que ocorreu foi uma intensidade de ataque semelhante em toda a área tratada com feromônio (Figura 10).

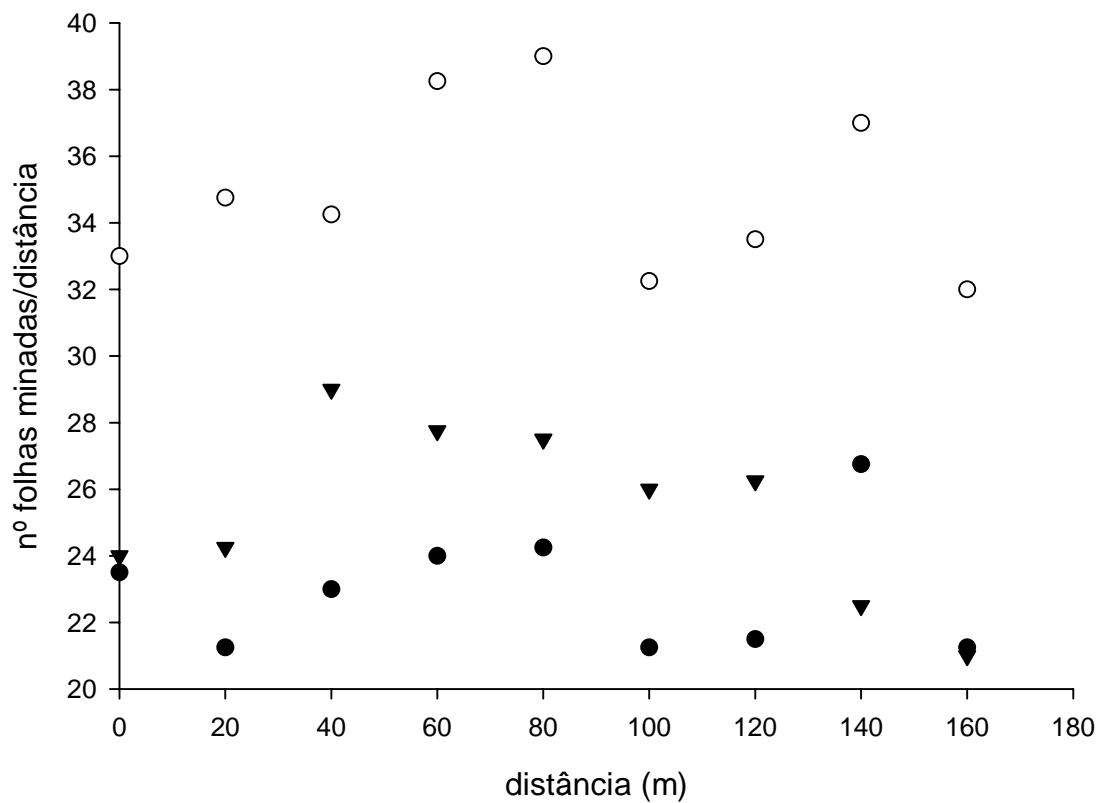
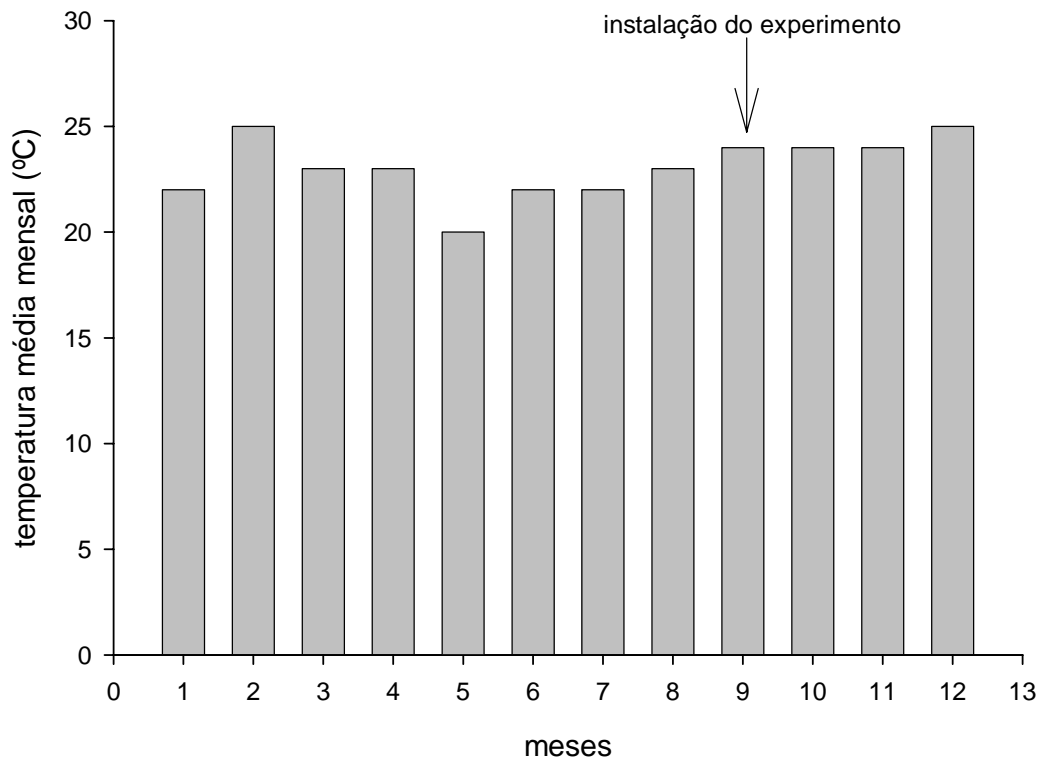


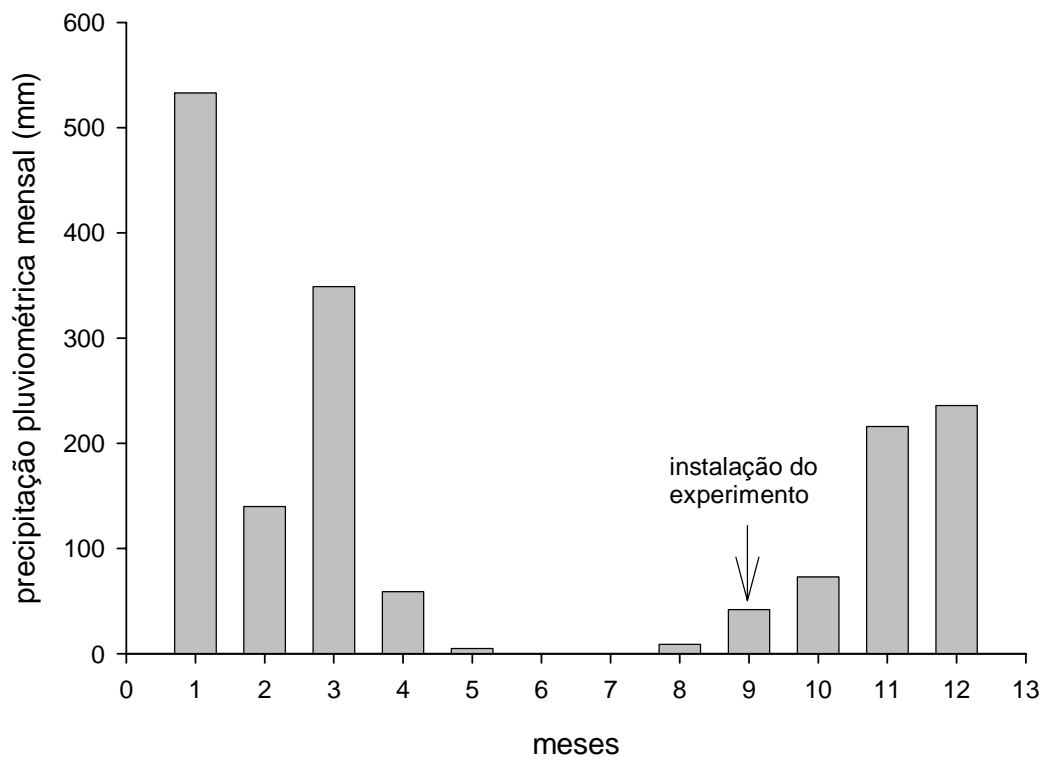
Figura 10 - Número médio de folhas minadas por *Leucoptera coffeella* coletadas nas nove distâncias na parcela tratada com feromônio sintético para confusão sexual dos machos em 3 semanas (somente para ilustrar). ● = 1ª semana, ○ = 4ª semana, ▼ = 8ª semana.

O período de realização do experimento foi caracterizado por valores de temperatura média mensal de 24°C e a precipitação pluviométrica variou de 42 mm no mês de setembro quando o experimento foi instalado até 216 mm no mês de novembro (Figura 11).





(A)



(B)

Figura 11 – (A) Temperatura média mensal e (B) precipitação pluviométrica média mensal registrada durante o ano de 2003 na fazenda DATERRA, Patrocínio – MG.

#### 4. DISCUSSÃO

As três unidades experimentais apresentaram a mesma quantidade de machos nas armadilhas antes da liberação do feromônio sintético para confusão sexual de machos. Isso foi uma informação importante, pois indicou que os níveis populacionais dentro das parcelas eram semelhantes no início do experimento. Porém o número de folhas minadas foi diferente entre as unidades experimentais. A parcela tratada com inseticidas apresentou um menor número de folhas minadas desde a instalação do experimento.

A presença de um maior número de machos nas armadilhas durante o experimento na parcela tratada com feromônio sexual sintético (ver figura 8) em relação às outras duas parcelas, sugere que não houve um bloqueio na transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. O que não impede de ter ocorrido uma interferência na comunicação entre eles. O fato da área tratada com feromônio ter capturado um maior número de machos indica que a formulação utilizada deve apresentar uma concentração inferior do que a necessária para confundir os machos. Neste caso, ela pode estar servindo como um atrativo, como nas formulações utilizadas para monitoramento e coleta massal.

Resultados semelhantes foram observados em um estudo realizado com confundimento para *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), importante praga da cultura da maçã, onde foi verificado um aumento na captura de machos após a

aplicação do principal componente do feromônio sexual, devido à atração de machos de áreas vizinhas não tratadas (Witzgall *et al.* 1997). Outro exemplo semelhante foi com *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), onde foi constatado grande número de machos em áreas de carvalho tratadas com feromônio, entretanto, não houve um aumento na captura de machos pelas armadilhas (Schwalbe & Mastro 1988), o que sugere adição de machos de outras áreas associado a um bloqueio parcial.

Outro ponto importante é o efeito da quantidade de machos na área tratada com feromônio sobre a avaliação da eficiência utilizando armadilhas, ou seja, grande quantidade de machos na área pode promover capturas acidentais, dificultando com isto a verificação da eficiência da técnica (Michereff Filho *et al.* 2000).

Armadilhas iscadas com feromônio fornecem informações restritas aos padrões de movimento e densidade de machos no meio ambiente, não levando em conta a importância das fêmeas e da proporção sexual na população amostrada (Charmillot & Vickers 1991), devido a capturarem somente machos. Portanto é necessário precaução na interpretação das informações obtidas nas armadilhas com feromônio como indicadores do grau de interrupção dos acasalamentos, pois elas apresentam algumas limitações. Sharov *et al.* (2002) demonstraram que armadilhas de feromônio podem ser usadas para avaliar o sucesso de tratamentos em populações isoladas e de baixa densidade.

A semelhança na intensidade de injúrias causada por *L. coffella* às folhas do cafeeiro, entre a parcela tratada com feromônio e a parcela “branco” demonstra que a aplicação do feromônio sintético não reduziu o ataque deste inseto à lavoura. O fato de somente a parcela tratada com inseticidas convencionais ter apresentado um

menor número de folhas minadas, pode ser atribuído ao efeito residual dos inseticidas aplicados antes da realização do experimento.

A eficiência da aplicação de feromônio para interrupção do acasalamento depende de fatores relativos ao comportamento e a dinâmica da população da espécie alvo (Cardé & Minks 1995a). Esses aspectos são ainda pouco conhecidos para *L. coffeella*. O aspecto mais crucial do comportamento da espécie alvo para determinar sua suscetibilidade ao controle com feromônio sintético é a sua capacidade de dispersão, que está relacionada com a migração de fêmeas acasaladas de áreas não tratadas para áreas tratadas (Cardé & Minks 1995a).

Uma das hipóteses que poderia explicar a falha na confusão sexual de machos nesse trabalho seria justamente a imigração de fêmeas acasaladas. Esta hipótese foi testada por meio de um esquema (Figura 5), que permitiu verificar a entrada de fêmeas na área tratada. O fato de não ter ocorrido um maior ataque da periferia para o centro da unidade experimental onde foi aplicado o feromônio, sugere que não ocorreu um aumento na intensidade de ataque da praga devido à imigração de fêmeas acasaladas de áreas adjacentes não-tratadas. O que ocorreu foi uma quantidade de folhas minadas semelhante em toda a área saturada com feromônio, admitindo-se uma distribuição homogênea. Além disso, o tamanho da parcela tratada neste trabalho foi grande (20 ha). Normalmente o tratamento de grandes áreas pode prevenir a imigração de fêmeas devido ao grau de isolamento da área tratada ser maior.

Imigração tem sido escolhida como um exemplo de uma série de possíveis restrições à eficácia da confusão sexual de machos. Existem outras restrições como: (1) inadequada liberação e irregular distribuição dos compostos modificadores de comportamento; (2) feromônio da fêmea contendo compostos os quais podem ser

percebidos pelo macho de outra maneira que aquela usada nos tratamentos; (3) alta densidade de adultos, o que aumenta a possibilidade de encontros dos parceiros sexuais, particularmente nos locais onde a concentração do feromônio é baixa (Rothschild 1981).

O nível inicial da população do inseto e o período de aplicação do feromônio sexual sintético também têm sido relacionado com a eficiência da interrupção do acasalamento (Cardé & Minks 1995a) e são fatores que merecem destaque neste trabalho. Algumas dificuldades na aquisição do feromônio adiaram a aplicação, sendo que quando os liberadores foram colocados no campo, a população de *L. coffeella* já estava estabelecida na lavoura e apresentava altos níveis de infestação, tanto de adultos como de lagartas, nas folhas do cafeeiro. O nível de dano estava acima de 30% (dados fornecidos pela fazenda). Na maioria dos trabalhos com confusão sexual de machos, o feromônio tem sido aplicado estrategicamente sobre as primeiras gerações da espécie-alvo, que normalmente são as mais suscetíveis e determinantes para a dinâmica populacional da praga ao longo das estações. Altas densidades populacionais podem favorecer o acasalamento devido a vários fatores, dentre eles: aumento na competição entre fêmeas “chamando” e os liberadores de feromônio, redução da distância entre os adultos, redução no tempo gasto de procura pelos machos e outros.

Aplicações do feromônio sintético “disparlure” de *L. dispar*, importante praga em florestas de carvalho, em populações com alta densidade também não obtiveram resultados satisfatórios. Já os experimentos realizados em médias e baixas populações provaram que esta técnica pode reduzir substancialmente a população desta praga (Reardon *et al.* 1998). Esse trabalho demonstra que as aplicações de feromônio são mais eficientes quando a população do inseto-praga está baixa.

Entre os fatores que interferem na intensidade de ataque das pragas às culturas, os fatores climáticos são de grande importância. As maiores infestações do bicho-mineiro do café podem ser observadas em condições de clima seco. Ou seja, um período de seca prolongada acarreta em uma intensidade maior no nível de dano desta praga e conseqüentemente considerável queda de folhas, que pode ser um recurso fisiológico da planta para a economia de água. Foi observado que o aumento no teor de água na folha provocou a morte de lagartas do bicho-mineiro no interior das minas (Avilés 1991).

A época em que o feromônio foi aplicado no campo foi justamente no final da estação seca, período em que a população do inseto está mais alta, devido à baixa umidade e a temperatura elevada. Temperaturas elevadas encurtam o ciclo de vida do bicho-mineiro do café, conseqüentemente o número de gerações é maior. Estas condições climáticas além de elevarem a população do inseto também podem afetar a liberação diária do feromônio e a sua dispersão no meio ambiente, propiciando o surgimento de áreas com baixa concentração do feromônio e distribuição heterogênea ao longo da plantação, favorecendo os acasalamentos (Flint *et al.* 1993).

Outro fator que pode acarretar a falha na confusão sexual de machos é o tipo de liberador utilizado. Neste experimento o liberador foi testado pela primeira vez.

Componentes químicos de feromônio são voláteis e instáveis, que necessitam ser liberados por formulações especializadas. A saturação da atmosfera deve ser o mais uniforme possível para evitar áreas livres de feromônio onde o acasalamento entre os insetos pode ocorrer (Albajes *et al.* 2002). Já foi observado para monitoramento de bicho-mineiro do café, que a captura de machos em armadilhas Delta® com diferentes tipos de liberadores, liberando o mesmo feromônio e na mesma concentração foi diferente.

## 5. CONCLUSÕES

Avaliando todos os resultados obtidos, podemos dizer que neste trabalho o emprego do feromônio sexual sintético de *L. coffeella* avaliado não foi efetivo para reduzir os acasalamentos da espécie-praga e para diminuir o dano causado as plantas. Nesse contexto o insucesso pode ser atribuído a uma combinação de vários fatores, merecendo destaque à composição química, dose do feromônio e a formulação empregada, o momento de aplicação na lavoura, a densidade populacional e a estratégia de acasalamento da praga, além do tamanho da área tratada e dos fatores climáticos.

Apesar do feromônio sexual sintético do bicho-mineiro do café – 5,9-dimetilpentadecano, ter sido eficiente para o monitoramento deste inseto, sua aplicação não foi efetiva para interferir na habilidade dos machos em localizar as fêmeas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agosta, W.C. 1990.** Chemical communication: the language of pheromones. Scientific American Library, New York. 179 p.
- Albajes, R., Konstantopoulou, M., Etchepare, O., Eizaguirre, M., Frérot, B., Sans, A., Krokos, F., Améline, A. & Mazomenos, B. 2002.** Mating disruption of the corn borer *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) using sprayable formulations of pheromone. Crop Protection 21: 217-225.
- Avilés, D.P. 1991.** Avaliação das populações do bicho-mineiro do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e seus parasitóides e predadores: metodologias de estudo e flutuação estacional. Viçosa: UFV, 1991. 127p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- Bartell, R.J. 1982.** Mechanisms of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: a review. Physiol. Entomol. 7: 353-364.
- Bento, J.M.S. 2001.** Fundamentos do monitoramento, da coleta massal e do confundimento de insetos-praga. In: Vilela, E.F. & Della Lucia, T.M.C. (eds), Feromônios de insetos: biologia, química e aplicação. Editora Holos, Ribeirão Preto, p. 135-144.
- Bento, J.M.S., Parra, J.R.P., Vilela, E.F., Walder, J.M. & Leal, W.S. 2001.** Sexual behavior and diel activity of citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. J. Chem. Ecol. 27: 2053-2065.
- Cardé, R.T. 1990.** Principles of mating disruption. In: Ridgaway, R.L., Silverstein, R.M. & Inscoe, M.N. (eds.), Behavior-modifying chemicals for insect management. Marcel Dekker, New York, p. 47-31.
- Cardé, R.T. & Minks, A.K. 1995a.** Insect pheromone research: new directions. Chapman & Hall, New York. 684p.
- Cardé, R.T. & Minks A.K. 1995b.** Control of moth pests by mating disruption: successes and constrains. Annu. Rev. Entomol. 40: 559-585.



- Charmillot, P.J. & Vickers, R.A. 1991.** Use of sex pheromones for control of tortricid pest in pome and stone fruits. *In: Van Der Gueest, L.P.S., Evenhuis, H.H. (eds.), Tortricid pest, their biology, natural enemies and control.* Amsterdam: Elsevier Science. p. 487-496.
- Crawley, M.J. 2002.** Statistical Computing An Introduction to Data Analysis using S-Plus. John Wiley & Sons, LTD. 761p.
- Elkinton, J.S. & Cardé, R.T. 1992.** Odor plumes and how insects use them. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 505-532.
- Farkas, S.R., Shorey, H.H. & Gaston, L.K. 1974.** Sex pheromone of Lepidoptera. *An. Entomol. Soc. Am.* 67: 633-638.
- Flint, H.M., Balasubramanian, M., Campero, J., Strickland, G.R., Ahmad, Z., Barral, J., Barbosa, S. & Khail. A.F. 1979.** Pink bollworm: Response of native males to ratios of Z, Z- and Z, E-Isomers of gossyplure in several cotton growing areas of the world. *J. Econ. Entomol.* 72: 758-762.
- Flint, H.M., Yamamoto, A.K., Parks, N.J. & Nyomura, K. 1993.** Aerial concentrations of gossyplure, the sex pheromone of the pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae), within and above cotton fields treated with long-lasting dispensers. *Environ. Entomol.* 22: 43-48.
- Fragoso, D.B., Guedes, R.N.C. & Ladeira, J.A. 2003.** Selection in the evolution of resistance to organophosphates in *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Neotrop. Entomol.* 32: 329-334.
- Fragoso, D.B., Guedes, R.N.C., Picanço, M.C. & Zambolim, L. 2002.** Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bull. Entomol. Res.* 92: 203-212.
- Francke, W., Tóth, M., Szocs, G., Krieg, W., Ernest, H. & Buschmann, E. 1988.** Identifizierung und Synthese von Dimethylalkanen als Sexuallockstoffe weiblicher Miniermotten (Lyonetiidae). *Zeitschrift für Naturforschung* 43: 787-789.
- Gallo, D., Nakano, O., Neto, S.S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Filho, E.B., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. & Omoto, C. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Guedes, R.N.C. & Oliveira, E.E. 2002.** Resistência a inseticidas-pragas do cafeeiro: Situação e perspectivas. *In: L. Zambolim (ed.), O estado da arte de tecnologias na produção de café.* Viçosa, UFV, p. 471-497.
- Hansson, B.S. 1999.** Insect olfaction. Springer, Germany, 457p.
- Ihaka, R. & Gentleman, R. 1996.** R: A Language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299-314.

- Il'ichev, A.L., Willians, D.G. & Milner, A.D. 2004.** Mating disruption barriers in pome fruit for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. *J. Appl. Ent.* 128: 126-132.
- Jutsum, A.R. & Gordon, R.F.S. 1989.** Pheromones: importance to insects and role in pest management. *In: Jutsum, A.R., Gordon, R.F.S. (eds.), Insect pheromones in plant protection.* New York, John Wiley & Sons, p. 1-16.
- Karlson, P. & Luscher, M. 1959.** Pheromones, a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183: 55-56.
- Kennedy, J.S. 1974.** Pheromone-regulated anemotaxis in flying moths. *Science* 184: 999-1001.
- Leal, W.S., Bento, J.M.S., Murata, Y., Ono, M., Parra, J.R.P. & Vilela, E.F. 2001.** Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. *J. Chem. Ecol.* 27: 2041-2051.
- Lima, E.R. 2001.** Feromônio sexual do bicho-mineiro do café *Leucoptera coffeella*: Avaliação para uso em programas de manejo integrado. Viçosa, MG: UFV. 82p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa.
- Mankin, R.W. & Hagstrum, D.W. 1995.** Three-dimensional orientation of male *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) flying to calling females in a Windless environment. *Environ. Entomol.* 24: 1616-1626.
- Michereff Filho, M., Vilela, E.F., Jham, G.N., Attygalle, A., Svatos, A. & Meinwald, J. 2000.** Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. *J. Braz. Chem. Soc.* 11: 621-628.
- Minks, A.K. & Cardé, R.T. 1988.** Disruption of pheromone communication in moths: is the natural blend really most efficacious? *Ent. Exp. Appl.* 49: 25-36.
- Nanini, M. & Delrio, G. 1993.** Experiments on mating disruption of grape vine moth, *Lobesia Botrana* in Sardinian vineyards. *IOBC/WPRS Bulletin* 16: 163-168.
- Nunes, J.L.S., Farias, R.M., Guerra, D.S., Grasselli, V. & Marodin, G.A.B. 2003.** Flutuação populacional e controle da mariposa oriental (*Grapholita molesta* Busck, 1916) em produção convencional e integrada de pessegueiro. *Rev. Bras. Frutic.* 25: 227-228.
- Reardon, R.C., Leonard, D.S., Mastro, V.C., Leonhardt, B.A., McLane, W., Talley, S., Thorpe, K. & Webb, R. 1998.** Using mating disruption to manage gypsy moth: a review. *USDA Forest Service.* 85p.

- Reis, P.R. & Souza, J.C. 1996.** Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Menevelli, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e seus reflexos na produção de café. *An. Soc. Ent. Brasil* 25: 77-82.
- Renou, M. 1991.** Sex pheromone reception in the moth, *Mamestra thalassina*. Characterization and distribution of two types of olfactory hairs. *J. Insect Physiol.* 8: 617-626.
- Rothschild, C.H.L. 1981.** Mating disruption of lepidopterous pest: Current status and future prospects. *In: E.R. Mitchell (ed.), Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice.* Plenum, New York. p. 201-228.
- Sanders, C.J. 1989.** The further understanding of pheromones: Biological and chemical research for the future. *In: Jutsum, A.R. & Gordon R.F.S. (eds.), Insect pheromone in plant protection.* John Wiley & Sons, New York, p. 325-351.
- Schwalbe, C.P. & Mastro, V.C. 1988.** Gypsy moth mating disruption. *J. Chem. Ecol.* 14: 581-588.
- Sharov, A.A., Leonard, D., Liebhold, A.M. & Clemens, N.S. 2002.** Evaluation of preventive treatments in low-density gypsy moth populations using pheromone traps. *J. Econ. Entomol.* 95: 1205-1215.
- Souza, J.C., Reis, P.R. & Rigitano, R.L.O. 1998.** Bicho-Mineiro do Cafeeiro: Biologia, Danos e Manejo Integrado. Epamig. Belo Horizonte. Boletim Técnico 54.
- Suckling, D.M. 2000.** Issues affecting the use of pheromones and other semiochemicals in orchards. *Crop Protection* 19: 677-683.
- Wall, C. 1989.** Monitoring and spray timing. *In: Jutsum, A.R. & Gordon, R.F.S. (eds.), Insect pheromone in plant protection.* John Wiley & Sons, New York. p. 39-66.
- Wall, C. 1990.** Principles of monitoring. *In: Ridgway, L.R., Silverstein, R.M. & Inscoc, M.N. (eds.), Behavior-modifying chemicals for insect management.* Marcel Dekker, New York. p. 9-23.
- Witzgall, P., Unelius, C.R., Rama, F., Chambon, J.P. & Bengtsson, M. 1997.** Mating disruption of pea moth *Cydia nigricana*, and attraction antagonists. *IOBC/ WPRS Bulletin* 20: 207-215.